

ORIGINAL ARTICLE

양전자방출단층촬영과 대장내시경의 불일치 병변 확인을 위한 2차 대장내시경의 유용성 평가

윤창용, 정준오, 서승오, 유지원, 오유미, 안수민, 심형훈, 김은실¹, 배지윤²

국립경찰병원 내과, 핵의학과¹, 병리과²

Is It Useful to Perform Additional Colonoscopy to Detect Unmatched Lesion between Positron Emission Tomography/Computed Tomography and Colonoscopy?

Chang Yong Yun, Jun-Oh Jung, Seong O Suh, Ji Won Yoo, Yu Mi Oh, Soo Min Ahn, Hyoung Hun Sim, Eun Sil Kim¹ and Ji Yoon Bae²

Departments of Internal Medicine, Nuclear Medicine¹ and Pathology², National Police Hospital, Seoul, Korea

Background/Aims: Incidentally detected focal ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) uptake was compared with colonoscopy. We investigated the characteristics of colon adenomas which were revealed on PET/CT. Then we identified whether additional colonoscopy was necessary in patients with lesions which were revealed on PET/CT but had no matched lesions on colonoscopy.

Methods: We retrospectively reviewed 95 patients who underwent colonoscopy within a 6 month interval after they had focal FDG uptake from January 2010 to May 2012 at National Police Hospital in Korea. Also, we analyzed 30 patients who underwent additional colonoscopy within 2 years after they had no matched lesions on primary colonoscopy.

Results: PET/CT depicted 54.6% (41/75) of adenomas and adenocarcinomas. The PET visibility of colon adenoma was significantly associated with degree of dysplasia ($p=0.027$), histologic type ($p=0.040$), and the size ($p=0.038$). The positivity rate was increased with higher degree of dysplasia (low-grade dysplasia, 47%; high-grade dysplasia, 78%; adenocarcinoma, 100%) and villous patterns of histologic type (tubular, 46.8%; tubulovillous, 87.5%; villous, 100%). Patients with adenomas larger than 10 mm (87.5%) had higher detection rate compared to those with adenomas smaller than 10 mm (49.0%). Among the 30 patients who underwent additional colonoscopy, only one patient had a 6 mm sized tubular adenoma (low-grade dysplasia).

Conclusions: Incidental focal colonic uptake may indicate advanced adenoma or adenocarcinoma. Thus, it justifies performing colonoscopy for identifying the presence of colon neoplasms. However, in case of unmatched lesions between PET/CT and colonoscopy, there was little evidence that additional colonoscopy would yield benefits. (Korean J Gastroenterol 2013;61:319-326)

Key Words: Positron-emission tomography and computed tomography; Colonic neoplasms; Colonoscopy

서론

¹⁸F-fluorodeoxyglucose (¹⁸F-FDG)는 포도당 유사체로, 이를 이용한 양전자방출단층촬영(PET/CT)은 당 대사 작용이 활발한 세포의 ¹⁸F-FDG를 측정하여 영상화시킨 검사 방법이다.¹ PET/CT는 이러한 특성을 이용하여 여러 악성 종양들의 병기 설정, 재발 확인 및 치료 평가에 널리 사용되고 있으며

대장암에서도 이미 병기 설정과 재발의 진단에 대한 임상적 유용성이 확인되어 있다.² 또한 최근에는 PET/CT가 여러 종류의 악성 종양에 민감하게 반응하고 전신 검사가 한번에 가능하다는 장점을 바탕으로 증상이 없는 성인에서 조기 암 진단 목적으로 사용되는 빈도가 증가하고 있다.³ PET/CT에서 FDG 섭취가 신체 특정 부위에 관찰되면 해당 부위에 대한 세부 검사 시행을 고려하게 되고, 대장의 경우 가장 신뢰성

Received March 29, 2013. Revised May 9, 2013. Accepted May 10, 2013.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 정준오, 138-708, 서울시 송파구 송이로 123, 국립경찰병원 소화기내과

Correspondence to: Jun-Oh Jung, Department of Internal Medicine, National Police Hospital, 123 Songyi-ro, Songpa-gu, Seoul 138-708, Korea. Tel: +82-2-3400-1208, Fax: +82-2-3400-1164, E-mail: jungjuno@nate.com

Financial support: None. Conflict of interest: None.

있는 검사로 대장내시경이 흔히 사용된다.

실제 PET/CT에서 발견된 대장 병변에 대해 대장내시경을 시행한 후 대장선종 또는 대장암으로 진단된 예들이 있고,⁴⁻⁶ PET/CT에서 국소성(focal) FDG 섭취를 보이는 병변은 FDG 섭취가 나타나지 않은 경우에 비해 크기가 크거나 고등급 이형성의 분화도 또는 용모성 형태를 지닌 진행성 선종(advanced adenoma)을 포함할 가능성이 높다는 연구 결과들이 있다.⁷⁻¹¹ 하지만, PET/CT에서 FDG 섭취를 보였으나 대장내시경으로 관찰한 결과 병변이 발견되지 않는 경우들 또한 흔히 경험하게 된다. 그리고 대장에 대한 세부 검사로 시행되는 대장내시경은 대장종양 진단의 “criterion standard”로 알려져 있으나, 대장내시경 시행 과정에서 선종의 크기, 위치, 개수 등에 따라 병변을 놓칠 가능성이 12-24%까지 보고되고 있다.¹²⁻¹⁵ 이러한 점들을 고려했을 때, PET/CT에서 국소성 FDG 섭취를 보인 병변이 진행성 선종이었으나 대장내시경 검사 도중 놓쳤을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서, PET/CT에서 국소 FDG 섭취를 보였지만 대장내시경에서 해당 부위에 병변이 발견되지 않을 경우, 2차 대장내시경의 필요성 유무에 대한 판단이 요구되나 실제 이에 관한 문헌 보고는 거의 이루어지지 않았다.

이에 이번 연구에서는 조기 암 진단 목적으로 시행한

PET/CT에서 우연히 대장의 국소성 FDG 섭취가 발견되어 대장내시경을 시행받은 환자를 대상으로 PET/CT에서 관찰된 대장선종의 특성을 알아보았고, 이들 중 추적 관찰 목적으로 대장내시경을 시행받은 환자들을 분석하여 2차 대장내시경의 필요성 여부를 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2010년 1월부터 2012년 5월까지 국립경찰병원에서 시행한 PET/CT에서 대장에 국소성 FDG 섭취가 관찰된 환자 239명을 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 이들 중, PET/CT는 시행받았으나 대장내시경을 시행받지 않은 72명, PET/CT와 대장내시경의 시행 간격이 6개월 이상인 26명, 이전에 대장암의 병력이 있어 재발 평가를 위해 시행받은 14명, 다른 종양으로 항암치료 후 정기적 검사를 받는 환자 32명은 연구 대상에서 제외하였다. 상기 환자들을 제외 후, 건강 검진 목적으로 PET/CT를 시행받고 대장내시경 시행까지의 간격이 6개월 이내인 95명을 대상으로 분석하였다. 그리고, PET/CT에서 국소성 섭취가 있어 1차 대장내시경을 시행받았으나 해당 부위에 대장선종 또는 대장암이 발견되지 않았던 환자 56명

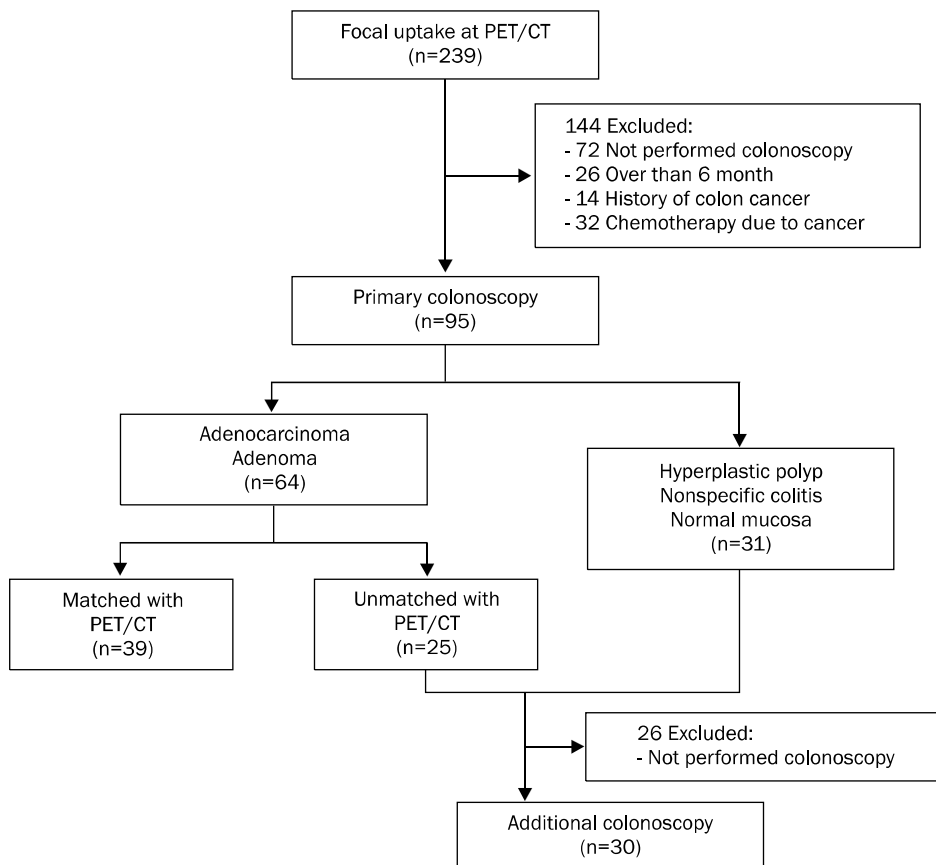


Fig. 1. Flow diagram of patient disposition and outcome.

중, 2년 이내에 본원에서 추적 관찰 목적으로 대장내시경을 시행받은 환자 30명을 대상으로 2차 대장내시경의 필요성을 확인하기 위한 분석을 시행하였다(Fig. 1).

2. FDG PET/CT scan

PET/CT는 PET/CT scanner (Discovery ST; General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)가 사용되었고, 환자들은 최소 8시간 동안의 금식을 시행한 후 FDG의 주사 전, 당뇨 여부와 상관없이 혈당을 확인하였다. 환자의 혈당이 140 mg/dL (8.3 mmol/L) 이하일 경우 체중 1 kg당 5.36 MBq의 FDG가 주입되었으며, 이후 50분 경과 후 PET 스캔은 두개저에서 근위 대퇴부까지 구성되었다. 환자의 임상 정보를 알고 있는 핵의학 전문의가 PET/CT 영상을 분석하였고, FDG 섭취 양상에 따라 국소성(focal), 분절성(segmental), 미만성(diffuse)으로 분류하였다. 국소성 섭취는 장관 내강을 따라 퍼지지 않고 분명한 결절 형태를 띠는 경우(Fig. 2A, B), 분절성은 대장의 각 분절에 해당하는 일정 길이만큼 FDG 섭취가 있는 경우, 미만성은 대장 전반에 걸쳐 같은 정도의 FDG 섭취가 있는 경우로 정의하였다.¹⁶ PET/CT에서 관찰된 대장 병변은 대장내시경과의 정확한 비교를 위해 상행결장, 횡행결장, 하행결장, 구불결장, 직장으로 나누어 표기되었다.

3. 대장내시경과 조직검사

PET/CT 결과를 알고 있고, 5년 이상 대장내시경을 시행한 숙달된 내시경 전문의가 대장내시경을 시행한 후 모든 대장 병변을 확인하였다. 대장 정결은 대장내시경 시행 하루 전 대량의 polyethylene glycol (Colyte 4 L; Taejun Pharm., Seoul, Korea)을 복용 후 대장 정결도가 우수하여 전체 대장 관찰에 제한이 없는 경우 시행되었고 대장내시경은 high-definition CF-H260AI colonoscope (Olympus, Tokyo, Japan)을 사용하였다. 대부분의 환자들은 좌측와위를 기본으로 하여 정확한 관찰이 이루어지도록 하였고 대장내시경 시행 도중 발견된 용종은 크기와 위치에 따라 기술되었다(Fig. 2C). 용종의 크기는 생검 검자를 최대한 열었을 때의 폭과 비교하여 측정되었으며, 절제된 모든 용종은 병리학과 전문의가 Vienna classification을 적용하여 대장암, 고등급 이형성, 저등급 이형성, 증식폴립, 비특이적 대장염으로 분류하였다.¹⁷ 또한 대장선종의 조직학적 형태에 따라 관선종(tubular adenoma), 관용모선종(tubulovillous adenoma), 용모선종(villous adenoma)으로 구분하였다. 그리고, 대장내시경에서 정상 점막, 증식폴립, 비특이적 대장염이 관찰된 경우는 음성 결과로 간주하였고, 대장선종 또는 대장암이 관찰된 경우는 양성 결과로 판단하였다.⁹ 진행성 선종은 고등급 이형성을 가진 선종 또는 용모선종과 크기가 10 mm 이상인 선종으로 정의하였다.^{16,18}

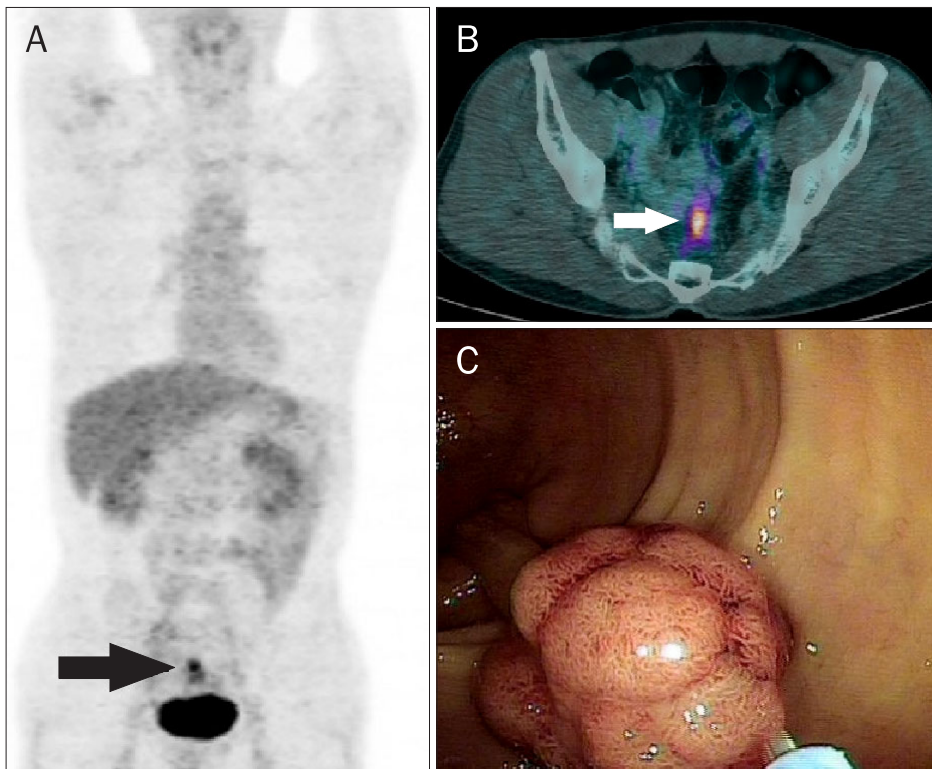


Fig. 2. PET (A) and PET/CT (B) images showed an focal increased ^{18}F -fluorodeoxyglucose uptake (A, black arrow; B, white arrow) at the sigmoid colon in a 51-year-old asymptomatic man. (C) A 20-mm sized adenocarcinoma of the sigmoid colon was observed and removed with colonoscopy.

4. 통계분석

모든 통계 분석은 Windows용 SPSS version 13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 연속 변수의 경우는 평균±표준편차로 표시하였고, 각 항목의 빈도와 백분율을 기술하였다. PET/CT에서 나타난 대장의 FDG 섭취와 대장선종의 이형성 정도와의 관계, 조직학적 형태와의 관계, 분포 위치 및 대장선종 크기와의 관계를 확인하기 위해 Fisher's exact test를 사용하였고 p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 환자의 임상적 특징

PET/CT에서 대장의 국소성 FDG 섭취가 나타난 239명 중 6개월 이내 대장내시경을 시행받은 환자는 95명으로 남자 86명, 여자 9명이었다. 환자들의 평균 연령은 54.5세(범위, 30-76세)였다. PET/CT와 1차 대장내시경 사이의 평균 시간 간격은 85.2±45.0일(범위, 32-165일)이었고 국소성 FDG 섭취가 나타난 부위는 99개였다. 그리고, 대장의 국소 FDG 섭취가 나타났으나 1차 대장내시경에서 해당 부위에 대장선종 또는 대장암이 발견되지 않았거나, 대장선종이 아닌 증식폴립 또는 비특이적 대장염이 관찰된 환자는 56명(58부위)이었고 이들 중, 2년 이내 2차 대장내시경을 시행받은 환자는 30명(44부위)이었다. 1차 대장내시경과 2차 대장내시경 사이의 평균 시간 간격은 13.2개월(범위, 6.0-23.1개월)이었다. 또한 2차 대장내시경을 시행받은 환자들의 평균 나이는 52.7세(범위, 38-68세)였고 남자가 28명, 여자는 2명이었다.

2. 1차 대장내시경 결과

1차 대장내시경을 시행받은 총 95명의 환자 중 81명의 환자에서 98개의 용종이 발견되었다. 1차 대장내시경에서 발견된 대장 용종의 평균 크기는 7.15±2.48 mm였고, 평균 숫자

는 1.03±0.81개로 나타났다. 대장내시경 회수 시, 평균 대장 관찰 시간은 8.61±2.73분이었다. 조직학적 결과는 대장암이 2개(2.0%), 고등급 이형성이 14개(14.3%), 저등급 이형성이 59개(60.2%), 증식폴립이 13개(13.2%), 비특이적 대장염이 10개(10.3%)였다. 그리고 해당 병변의 평균 크기는 대장암이 16.00±5.65 mm, 고등급 이형성이 7.36±2.17 mm, 저등급 이형성이 6.44±2.90 mm, 증식폴립이 4.06±2.17 mm, 비특이적 대장염이 3.79±3.12 mm로 나타났다. 또한, 대장선종을 조직학적 형태에 따라 분류했을 때, 관선종이 63개(86.3%), 관용모선종이 6개(8.2%), 용모선종이 4개(5.4%)였다.

3. PET/CT에서 발견된 선종과 발견되지 않은 선종의 임상 양상 차이

PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타난 부위와 동일 부위에 전암성 및 암 병변은 39명의 환자에서 41개가 관찰되었으며, 각각 대장선종이 39개, 대장암이 2개였다. 대장선종 및 대장암에 대한 PET/CT의 양성 예측도는 41.4% (41/99개)로 나타났다(Table 1). 그리고, 대장내시경에서 관찰된 진행성 선종은 17개였으며 그 중, 13개(76.4%)가 PET/CT에서 발견된 부위였다. 국소성 FDG 섭취가 나타난 부위에서 발견된 전암성 및 암 병변의 이형성의 정도는 각각 저등급 이형성 28개, 고등급 이형성 11개, 대장암 2개였고, 대장선종을 조직학적 형태에 따라 구분했을 때 관선종 30개, 관용모선종 5개, 용모선종 4개로 나타났다. 그리고 PET/CT에서는 대장 섭취가 관찰되지 않았으나 대장내시경에서 대장선종이 관찰된 경우는 25명에서 34개로, 3명에서 각각 한 개씩의 고등급 이형성, 22명에서 31개의 저등급 이형성이 있었으며 대장암은 관찰되지 않았다. 조직학적 형태에 따라서는 관선종이 33개, 관용모선종이 1개였고, 용모선종은 발견되지 않았다. PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타난 선종은 그렇지 않은 경우에 비해 심한 이형성 정도를 가지고 있었고($p=0.027$), 조직학적

Table 1. Comparison of PET/CT and Colonoscopic Results

	FDG uptake in PET/CT		Total
	Focal uptake	No uptake	
Colonoscopy			
Positive	41	34	75
Negative ^a	58		58
Total	99	34	133

Values are presented as number of lesions.
FDG, ¹⁸F-fluorodeoxyglucose.

^aNegative results include hyperplastic polyps, nonspecific colitis, normal mucosa.

Table 2. Comparison of PET/CT Visibility of Adenoma according to the Histology

	FDG uptake in PET/CT		p-value
	Focal uptake	No uptake	
Degree of dysplasia			
Low grade dysplasia	28 (47.4)	31 (52.6)	0.027
High grade dysplasia	11 (78.5)	3 (21.5)	
Adenocarcinoma	2 (100.0)	0 (0.0)	
Histologic type			
Tubular	30 (46.8)	33 (53.2)	0.040
Tubulovillous	5 (87.5)	1 (12.5)	
Villous	4 (100.0)	0 (0.0)	

Values are presented as number of lesions (%).
FDG, ¹⁸F-fluorodeoxyglucose.

Table 3. Comparison of PET/CT Visibility of Adenoma according to the Location

	FDG uptake in PET/CT		p-value
	Focal uptake	No uptake	
Ascending colon	7 (43.7)	9 (56.3)	0.388
Transverse colon	3 (60.0)	2 (40.0)	
Descending colon	10 (71.4)	4 (28.6)	
Sigmoid colon	14 (46.6)	16 (53.4)	
Rectum	7 (70.0)	3 (30.0)	

Values are presented as number of lesions (%).
FDG, ^{18}F -fluorodeoxyglucose.

형태에서 용모선종의 비율이 높은 것으로 나타났다($p=0.040$) (Table 2).

PET/CT상 국소성 FDG 섭취가 나타난 부위에서 발견된 대장선종 및 대장암과 그렇지 않은 부위에서 발견된 대장선종 및 대장암을 분포 위치에 따라 비교했을 때, PET/CT의 양성률은 하행결장에서 71.4% (10/14개)로 가장 높게 나타났다. 하지만 위치에 따라 나누었을 때, PET/CT에서 발견된 대장선종과 발견되지 않은 선종 사이에 의미있는 차이는 관찰되지 않았다($p=0.388$) (Table 3).

대장내시경에서 발견된 총 73개의 대장선종 중, 10 mm 이상의 대장선종은 8개였고 이 중 7개(87.5%)는 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타난 병변이었다. 그리고 10 mm 미만의 대장선종은 65개였으며, 32개(49.2%)는 PET/CT에서 FDG 섭취가 나타났으나 33개(51.8%)는 나타나지 않았다. 선종의 크기를 10 mm 이상과 10 mm 미만으로 나누었을 때, PET/CT에서 발견된 대장선종은 그렇지 않은 선종에 비해 크기가 큰 경향을 보였고 두 군 사이에 의미있는 차이가 있었다($p=0.038$) (Table 4).

4. 2차 대장내시경

2차 대장내시경을 시행받은 30명의 환자 중 2명에서 각각 한 개씩의 대장선종이 발견되었고, 그 중 한 개의 선종은 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취를 보였으나 1차 대장내시경에서 음성이었던 44개 부위에 포함되었던 것으로, 6 mm 크기였다. 나머지 한 개는 4 mm 크기였고, 1차 대장내시경에서 선종이 발견되어 용종절제술을 시행받은 부위에서 관찰되었다. 2개의 대장선종 모두 저등급 이형성의 관선종이었으며 고등급 이형성이나 대장암은 관찰되지 않았다.

고 찰

PET/CT는 비침습적이고 한 번의 검사로 여러 부위를 관찰할 수 있는 장점을 가지고 있어, 최근 암 환자에서뿐만 아니라 무증상 성인의 조기 암 발견을 위한 건강 검진 용도로 이용이

Table 4. Comparison of PET/CT Visibility of Adenoma according to the Size

	FDG uptake in PET/CT		p-value
	Focal uptake	No uptake	
Adenoma (mm)			0.038
≥ 10	7 (87.5)	1 (12.5)	
< 10	32 (49.0)	33 (51.0)	

Values are presented as number of lesions (%).
FDG, ^{18}F -fluorodeoxyglucose.

증가하고 있다.^{19,20} PET/CT에서 우연히 발견되는 대장의 섭취 증가는 연구마다 다양한 결과를 보이는데 대략 1.3-3.0% 정도로 보고되고 있다.²¹

대장에서 FDG 섭취 증가가 관찰될 경우, 섭취 양상에 대해 평가하는 것이 중요하다. 이전 연구들에 의하면 PET/CT에 나타나는 대장의 섭취 양상을 국소성, 분절성, 미만성으로 구분하여 대장내시경 결과와 비교하였을 때, 국소성 섭취 양상이 분절성 또는 미만성 섭취에 비해 대장선종 또는 대장암을 포함할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.²²⁻²⁴ 102명을 대상으로 FDG 섭취 양상에 따른 대장종양 일치율을 분석한 연구에서, PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 보일 경우는 45.8%, 미만성인 경우는 11.1%의 대장종양에 대한 양성 결과를 보였다.²⁵ 또한 Roh 등²⁶은 국소성 FDG 섭취를 보인 군에서 46.7%의 대장 종양에 대한 양성 예측도를 보인 반면 미만성 FDG 섭취를 보인 군에서는 25.0%의 양성 예측도를 보여 두 그룹 간에 차이가 있었음을 밝히고, 국소성 FDG 섭취의 임상적 중요성을 제시하였다. 연구마다 차이가 있지만 무증상 환자에서 국소성 FDG 섭취가 발견된 부위의 대장선종 및 대장암에 대해 양성 예측도는 37-88%까지 보고되고 있다.^{9,25,27} 이번 연구에서는 국소성 FDG 섭취가 나타난 99부위 중 대장선종은 39개, 대장암은 2개가 발견되어, 대장종양에 대한 PET/CT의 양성 예측도는 41.4% (41/99)로 나타났다. 또한, 대장내시경에서 관찰된 진행성 선종의 경우, 총 17개 중 13개 (76.4%)가 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취를 보였던 부위에서 관찰되었다.

이전 연구들에서 대장선종의 이형성 정도 및 조직학적 형태를 PET/CT에서의 용종 발견에 중요한 인자로 제시하였고, 이에 대한 원인으로 FDG 섭취가 세포에서의 포도당 대사 정도를 나타내므로 이형성 정도가 심하거나 용모성 비율이 높을수록 PET/CT에서 발견될 가능성이 높다고 설명하였다.^{8,11} 또한, van Kouwen 등⁹은 100명의 환자를 대상으로 시행한 전향적인 연구에서, 대장선종의 이형성 정도에 따른 PET/CT 양성 소견에 대한 비율을 각각 저등급 이형성에서 33%, 고등급 이형성에서 76%, 대장암에서 89%로 보고하였다. 이번 연구에서는 저등급 이형성 47%, 고등급 이형성 78%, 대장암

100%의 PET/CT 양성 소견이 확인되었고 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타난 선종은 그렇지 않은 경우에 비해 이형성 정도가 심한 것으로 나타났다($p=0.027$). 또한 조직학적 형태에 따라 분류했을 때 관선종은 46.8%, 관융모선종은 87.5%, 융모선종은 100%가 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취된 부위에서 발견되어 각 군 간에 유의한 차이를 나타냈다($p=0.040$).

Yasuda 등⁷은 무증상 환자들에서 PET/CT와 대장내시경을 비교한 결과, 9 mm보다 작은 대장선종은 0%, 13 mm보다 큰 선종은 90%의 PET/CT 양성률을 가진다고 보고하였다. 대장선종의 크기를 좀더 세분화한 다른 연구에서는 PET/CT에서 발견되는 비율이 각각 1-5 mm에서 21%, 6-10 mm에서 47%, 그리고 11 mm 이상에서 72%라는 연구 결과도 있다.⁹ 이번 연구에서도 이와 유사한 결과가 도출되었는데, 10 mm 이상인 8개 대장선종 중 7개(87.5%)에서 대장섭취가 관찰되었고 1개(12.5%)는 관찰되지 않았다. 그리고 10 mm 미만인 대장선종 65개 중 32개(49.2%)에서 대장섭취가 나타났고 33개(50.8%)는 나타나지 않았다. 즉, 선종의 크기를 10 mm 이상과 10 mm 미만으로 나누었을 때, PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타난 대장선종은 그렇지 않은 선종에 비해 크기가 큰 경향을 보였고 두 군 사이에 의미있는 차이가 있었다($p=0.038$). 이상의 결과에 따라, PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 관찰되는 대장 병변은 대장암이나 진행성 선종(고등급 이형성 또는 융모선종, 10 mm 이상 선종)을 포함할 가능성이 높은 것을 확인하였다.

이번 연구에서 국소성 FDG 섭취가 나타났지만 내시경에서 대장선종 또는 대장암이 관찰되지 않은 위양성 부위는 58% (58/99개)였으며 각각, 증식성 폴립이 9부위, 비특이적 대장염이 6부위, 정상 점막은 43부위에서 관찰되었다. 이러한 위양성은 이전 연구들에서 잘 알려져 있고, 이에 대한 원인으로 정상점막, 염증, 육아종성 결장염, 위장관 림프조직의 섭취, 장관 내 FDG가 특정 부위에 축적된 상태 등이 제시되었으며, 26.3-64.0%의 발생률이 보고되고 있다.^{25,28-30}

한편, 대장종양의 조기 발견 목적으로 널리 사용되는 대장내시경에 대한 여러 연구들에 의하면, 대장 용종의 크기, 모양, 숫자, 대장정결 상태, 검사 중 관찰 시간, 검사자의 숙련도 등의 다양한 원인에 의해 검사 도중 선종을 놓칠 가능성이 12-24%까지 나타나는 것으로 보고되고 있으며 진행성 선종의 경우에도 그 비율이 약 11%에 달하는 것으로 알려져 있다.^{12-14,31} 또한, 최근의 한 연구에서는 대장내시경과 이후 대장내시경 사이 기간 동안에 발생하는 암의 중요한 원인이 대장내시경 검사 중 발생할 수 있는 용종의 간과 때문이라는 보고가 있다.³² 이를 고려했을 때, PET/CT와 대장내시경 결과가 불일치하는 경우 대장선종 또는 대장암과 같은 임상적으로

의미있는 병변을 놓칠 수 있는 가능성이 있으며, 이를 확인하기 위한 2차 대장내시경의 필요성에 대한 의문을 가질 수 있으나 이에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

이번 연구에서는 PET/CT에서 국소성 FDG 섭취가 나타났으나 대장내시경에서 해당 부위에 대장선종 또는 대장암이 발견되지 않았던 환자 56명 중, 평균 13.2개월 이내에 대장내시경을 시행받은 30명을 분석하였다. 30명 중 단 1명(3.3%)에서 1차 대장내시경에서 병변이 관찰되지 않았던 부위에 6 mm의 저등급 이형성 관선종이 발견되었고 고등급 이형성 또는 융모선종과 대장암은 발견되지 않았다. 이 환자를 제외한 나머지 환자들의 FDG 섭취 부위는 PET/CT의 위양성임을 재확인할 수 있었다. 대장내시경은 검사 전 대장정결을 위한 전처치가 필요하고, 검사 중 통증을 줄 수 있으며 환자로부터의 적극적 협조를 요구하므로 환자에게 부담을 줄 수 있는 술기일 뿐만 아니라, 시술과정에서 천공, 용종절제술 후 출혈 등의 합병증이 발생할 수 있는 것으로 알려져 있다.³³⁻³⁶ 그리고, 용종절제술 후 대장내시경을 통한 감시(colonoscopy surveillance) 및 감시 기간을 설정하는 주요 목적은, 대부분 악성화하지 않는 것으로 알려진 저등급 이형성 선종의 발견과 제거보다는 악성화 가능성이 높은 진행성 선종을 조기 발견하는 데 있다.³⁷

위의 사항들을 토대로, 대장내시경 시행에 따른 기회비용 및 대장내시경을 통한 감시의 목적을 고려한다면 2차 대장내시경을 조기에 시행하여 얻을 수 있는 추가적 이득은 적을 것으로 판단된다. 그보다는 대장 용종절제술 후 추적대장내시경 가이드라인에 따라, 기준대장내시경 검사에서 진행성 선종 발생의 고위험군에 해당하는 대장선종의 개수가 3개 이상, 가장 큰 선종의 크기가 10 mm 이상, 고등급 이형성을 동반한 선종, 관융모 또는 융모선종, 크기가 10 mm 이상의 톱니모양 용종 중 한 가지 이상 진단된 경우는 추적대장내시경을 용종절제 후 3년에 시행하고, 고위험군에 해당하지 않는 경우는 5년에 시행하도록 권고하는 것이 타당할 것이다.³⁸

이번 연구에서는 PET/CT 결과에 대해 알고 있는 숙달된 내시경 전문의가 1차 대장내시경을 시행하였다. 그로 인해 FDG 섭취가 있었던 부위를 보다 정밀하게 관찰하여 병변을 확인하였으므로 일반적인 대장암 선별 검사로 시행하는 대장내시경 검사에 비해 용종을 놓칠 가능성이 낮았을 것으로 추측된다. 또한 이번 연구에서 2차 대장내시경을 시행받았던 환자는 30명으로 증례의 수가 적었고, 이 결과를 대장내시경의 감시 기간으로 일반화시켜 적용할 수는 없다. 따라서, 보다 많은 환자를 대상으로 2차 대장내시경의 필요성 여부 및 적절한 감시 기간에 대한 연구가 이루어진다면 좀 더 정확한 결과를 도출할 수 있을 것으로 생각된다.

결론으로 최근 들어 PET/CT는 암의 치료 반응 평가, 재발,

전이 유무를 평가하는 것에 더해 건강 검진의 목적으로 시행하는 빈도가 증가하고 있다. 우연히 발견된 PET/CT의 국소 FDG 섭취는 진행성 선종 또는 대장암을 포함하고 있을 가능성이 높으므로 대장내시경을 시행하여 병변의 실제 여부를 확인하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 그러나, 이번 연구에서는 1차 대장내시경에서 병변이 관찰되지 않은 환자에 대해 대장내시경 감시 지침 기간보다 조기에 2차 대장내시경을 시행하는 것의 추가적 이득에 대한 근거는 불충분하였다. 향후 대규모 환자를 대상으로 전향적 방법을 통해 PET/CT에서 발견된 병변의 확인을 위한 2차 대장내시경의 필요성에 대한 연구가 진행될 것을 기대한다.

요 약

목적: 건강 검진 환자의 PET/CT에서 발견된 국소 대장 섭취를 대장내시경과 비교하여 PET/CT에서 관찰된 대장선종의 특성을 분석하고, 대장내시경에서 해당 부위에 병변이 발견되지 않을 경우 2차 대장내시경의 필요성 여부를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2010년 1월부터 2012년 5월까지 국립경찰병원에서 시행된 PET/CT에서 대장의 국소 ^{18}F -fluorodeoxyglucose (FDG) 섭취가 나타나 6개월 이내에 대장내시경을 시행받은 95명을 대상으로 하였고, PET/CT에서 FDG 섭취가 있었던 부위에 대장종양이 관찰되지 않은 환자 중 2년 이내에 2차 대장내시경을 시행받은 30명을 후향적으로 분석하였다.

결과: 대장내시경에서 발견된 대장선종 또는 대장암 중 PET/CT에서 국소 FDG 섭취가 나타난 부위는 54.6% (41/75개)였다. PET/CT에서의 양성률은 대장선종의 이형성 정도, 조직학적 형태, 용종의 크기에 따라 의미있는 차이가 있었다 ($p=0.027$, $p=0.040$, $p=0.038$). 대장 용종의 이형성 정도에 따라 분류했을 때 저등급 이형성 47%, 고등급 이형성 78%, 대장암 100%로 심한 이형성 정도를 가질수록 PET/CT 양성률이 높게 나타났고, 형태에 따라 관선종 46.8%, 관융모선종 87.5%, 융모선종 100%로 융모선종 비율이 높을수록 PET/CT 양성률이 높았다. 또한 대장선종을 10 mm 크기 기준으로 나누었을 때, 10 mm 이상에서는 87.5%, 10 mm 미만에서는 49.0%의 용종이 PET/CT에서 발견되어, PET/CT에서 관찰된 병변은 크기가 큰 선종을 포함할 가능성이 높았다. 그리고 PET/CT에서 국소 FDG 섭취를 보였으나 1차 대장내시경에서 음성으로 나와 2차 대장내시경을 시행받은 30명 중, 단 1명에서 6 mm 크기의 저등급 이형성, 관선종이 발견되었다. **결론:** PET/CT에서 국소 FDG 섭취가 나타나는 병변의 경우 진행성 선종 또는 대장암을 포함하고 있을 가능성이 높으므로 대장내시경을 시행하여 병변의 유무를 확인하는 것이 필요하다.

지만, 대장내시경에서 해당 부위의 병변이 관찰되지 않을 경우 이를 확인하기 위한 2차 대장내시경 시행의 추가적 이득은 거의 없을 것으로 판단된다.

색인단어: 양전자방출단층촬영; 대장종양; 대장내시경

REFERENCES

- Gallagher BM, Fowler JS, Gutterson NI, MacGregor RR, Wan CN, Wolf AP. Metabolic trapping as a principle of oradiopharmaceutical design: some factors responsible for the biodistribution of $[^{18}\text{F}]$ 2-deoxy-2-fluoro-D-glucose. *J Nucl Med* 1978; 19:1154-1161.
- Gambhir SS, Czernin J, Schwimmer J, Silverman DH, Coleman RE, Phelps ME. A tabulated summary of the FDG PET literature. *J Nucl Med* 2001;42(5 Suppl):1S-93S.
- Schöder H, Gönen M. Screening for cancer with PET and PET/CT: potential and limitations. *J Nucl Med* 2007;48(Suppl 1):4S-18S.
- Shin SJ, Choi JW, Lee SK, Choi CH, Kim TI, Kim WH. A case of multiple colonic adenomas which were found incidentally in FDG-PET. *Korean J Med* 2004;66:639-643.
- Patrikeos AP, Mackay JR, Hicks RJ. Detection of synchronous adenocarcinomas and multiple dysplastic polyps with F-18 FDG positron emission tomography in a case of nonfamilial polyposis. *Clin Nucl Med* 2003;28:487-488.
- Okuno T, Fu KI, Sano Y, et al. Early colon cancers detected by FDG-pet: a report of two cases with immunohistochemical investigation. *Hepatogastroenterology* 2004;51:1323-1325.
- Yasuda S, Fujii H, Nakahara T, et al. ^{18}F -FDG PET detection of colonic adenomas. *J Nucl Med* 2001;42:989-992.
- Gutman F, Alberini JL, Wartski M, et al. Incidental colonic focal lesions detected by FDG PET/CT. *AJR Am J Roentgenol* 2005;185:495-500.
- van Kouwen MC, Nagengast FM, Jansen JB, Oyen WJ, Drenth JP. $^{2-}[^{18}\text{F}]$ -fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography detects clinical relevant adenomas of the colon: a prospective study. *J Clin Oncol* 2005;23:3713-3717.
- Chen YK, Kao CH, Liao AC, Shen YY, Su CT. Colorectal cancer screening in asymptomatic adults: the role of FDG PET scan. *Anticancer Res* 2003;23:4357-4361.
- Nakajo M, Jinnouchi S, Tashiro Y, et al. Effect of clinicopathologic factors on visibility of colorectal polyps with FDG PET. *AJR Am J Roentgenol* 2009;192:754-760.
- Hixson LJ, Fennerty MB, Sampliner RE, McGee D, Garewal H. Prospective study of the frequency and size distribution of polyps missed by colonoscopy. *J Natl Cancer Inst* 1990;82:1769-1772.
- Bensen S, Mott LA, Dain B, Rothstein R, Baron J. The colonoscopic miss rate and true one-year recurrence of colorectal neoplastic polyps. Polyp Prevention Study Group. *Am J Gastroenterol* 1999;94:194-199.
- Rex DK, Cutler CS, Lemmel GT, et al. Colonoscopic miss rates of adenomas determined by back-to-back colonoscopies. *Gastroenterology* 1997;112:24-28.
- Kasugai K, Miyata M, Hashimoto T, et al. Assessment of miss and

- incidence rates of neoplastic polyps at colonoscopy. *Dig Endosc* 2005;17:44-49.
16. Drenth JP, Nagengast FM, Oyen WJ. Evaluation of (pre-)malignant colonic abnormalities: endoscopic validation of FDG-PET findings. *Eur J Nucl Med* 2001;28:1766-1769.
17. Schlemper RJ, Riddell RH, Kato Y, et al. The Vienna classification of gastrointestinal epithelial neoplasia. *Gut* 2000;47:251-255.
18. Brenner H, Hoffmeister M, Stegmaier C, Brenner G, Altenhofen L, Haug U. Risk of progression of advanced adenomas to colorectal cancer by age and sex: estimates based on 840,149 screening colonoscopies. *Gut* 2007;56:1585-1589.
19. Ono K, Ochiai R, Yoshida T, et al. The detection rates and tumor clinical/pathological stages of whole-body FDG-PET cancer screening. *Ann Nucl Med* 2007;21:65-72.
20. Yasunaga H. Who wants cancer screening with PET? A contingent valuation survey in Japan. *Eur J Radiol* 2009;70:190-194.
21. Lee JC, Hartnett GF, Hughes BG, Ravi Kumar AS. The segmental distribution and clinical significance of colorectal fluorodeoxyglucose uptake incidentally detected on PET-CT. *Nucl Med Commun* 2009;30:333-337.
22. Prabhakar HB, Sahani DV, Fischman AJ, Mueller PR, Blake MA. Bowel hot spots at PET-CT. *Radiographics* 2007;27:145-159.
23. Ahmad Sarji S. Physiological uptake in FDG PET simulating disease. *Biomed Imaging Interv J* 2006;2:e59.
24. Tatlidil R, Jadvar H, Bading JR, Conti PS. Incidental colonic fluorodeoxyglucose uptake: correlation with colonoscopic and histopathologic findings. *Radiology* 2002;224:783-787.
25. Kang MK, Hong SP, Lee JE, et al. The usefulness of F18-FDG PET/CT in detection of colonic neoplasm. *Intest Res* 2010;8:18-23.
26. Roh SH, Jung SA, Kim SE, et al. The clinical meaning of benign colon uptake in (18)F-FDG PET: comparison with colonoscopic findings. *Clin Endosc* 2012;45:145-150.
27. Pai M, Cho YK, Jung SA, Shim KN, Lee HS. Colonic uptake patterns of F-18-FDG PET in asymptomatic adults: comparison with colonoscopic findings. *Korean J Nucl Med* 2005;39:15-20.
28. Israel O, Yefremov N, Bar-Shalom R, et al. PET/CT detection of unexpected gastrointestinal foci of 18F-FDG uptake: incidence, localization patterns, and clinical significance. *J Nucl Med* 2005;46:758-762.
29. Delbeke D, Martin WH. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. *Semin Nucl Med* 2004;34:209-223.
30. Zhuang H, Yu JQ, Alavi A. Applications of fluorodeoxyglucose-PET imaging in the detection of infection and inflammation and other benign disorders. *Radiol Clin North Am* 2005;43:121-134.
31. Heresbach D, Barrioz T, Lapalus MG, et al. Miss rate for colorectal neoplastic polyps: a prospective multicenter study of back-to-back video colonoscopies. *Endoscopy* 2008;40:284-290.
32. Farrar WD, Sawhney MS, Nelson DB, Lederle FA, Bond JH. Colorectal cancers found after a complete colonoscopy. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2006;4:1259-1264.
33. Weston AP, Campbell DR. Diminutive colonic polyps: histopathology, spatial distribution, concomitant significant lesions, and treatment complications. *Am J Gastroenterol* 1995;90:24-28.
34. Macrae FA, Tan KG, Williams CB. Towards safer colonoscopy: a report on the complications of 5000 diagnostic or therapeutic colonoscopies. *Gut* 1983;24:376-383.
35. Nivatvongs S. Complications in colonoscopic polypectomy. An experience with 1,555 polypectomies. *Dis Colon Rectum* 1986;29:825-830.
36. Rosen L, Bub DS, Reed JF 3rd, Nastasee SA. Hemorrhage following colonoscopic polypectomy. *Dis Colon Rectum* 1993;36:1126-1131.
37. Atkin WS, Saunders BP; British Society for Gastroenterology; Association of Coloproctology for Great Britain and Ireland. Surveillance guidelines after removal of colorectal adenomatous polyps. *Gut* 2002;51(Suppl 5):V6-V9.
38. Hong SN, Yang DH, Kim YH, et al; Multi-Society Task Force for Development of Guidelines for Colorectal Polyp Screening, Surveillance and Management. Korean guidelines for post-polypectomy colonoscopic surveillance. *Korean J Gastroenterol* 2012;59:99-117.